Symulator właściwości przeciwpoślizgowych

data aktualizacji: 2026.02.09

Politechnika Białostocka uzyskała patent na urządzenie do symulacji zużycia powierzchni górnych warstw nawierzchni drogowych. Polska myśl techniczna ma szanse zrewolucjonizować badanie sił tarcia na styku opony i nawierzchni w warunkach wzajemnego poślizgu.

Właściwości przeciwpoślizgowe są definiowane jako zdolność do wytworzenia siły tarcia na styku opony i nawierzchni w warunkach wzajemnego poślizgu zgodnie ze standaryzowaną metodą. Istnieje wiele urządzeń, które umożliwiają ich kontrolę w rzeczywistych warunkach na drodze. Ale jak na etapie wyboru materiałów technologii w laboratorium opracować skład mieszanki asfaltowej, wybrać technikę teksturowania nawierzchni betowej, aby spełnić wymagania wobec poziomu właściwości przeciwpoślizgowych w warunkach rzeczywistych, zagwarantować bezpieczeństwo użytkownikom dróg? Przecież oddziaływanie ruchu samochodowego zmienia teksturę powierzchni nawierzchni w śladach przejść kół pojazdów. To tam mierzy się współczynnik tarcia, który jest miarą właściwości przeciwpoślizgowych. Aby móc określić potencjał danej technologii górnej warstwy w laboratorium, w pierwszym etapie trzeba zasymulować zjawiska, które zachodzą pod wpływem oddziaływania ruchu i zanieczyszczeń oraz wody. I do tego jest przeznaczone unikatowe stanowisko Politechnik Białostockiej do badania zużycia powierzchni warstw nawierzchni drogowych.

– Wynalazki mają jedną matkę – potrzebę – podkreśla dr inż. Marta Wasilewska. – Pomysł na nowe urządzenie, pojawił się przy realizacji projektu SEPOR realizowanego przy współpracy z Politechnika

Gdańską, finansowanego ze środków NCBiR. Musieliśmy dysponować urządzeniem, które umożliwi nam testowanie różnych składów nawierzchni poroelastycznych opracowywanych przez Politechnikę Gdańską. Pierwotnie myśleliśmy, że będzie to możliwe w urządzeniu Wehner/Schuzle. Oczekiwania i wyobrażenia naukowców kontra rzeczywistość, w naszej pracy to jest najlepsze (uśmiecha się). Okazało się, że testowanie próbek poroealstycznych w urządzeniu Wehner/Schuzle nie jest to możliwe. A na horyzoncie kamienie milowe projektu. Presja czasu. Trzeba wytypować te składy nawierzchni poroelastycznej, które powinny być wbudowane do wielkoskalowych odcinków testowych. Decyzja zespołu – budujemy nowe stanowisko.

I pomyśleć, że wszystko zaczęło się od polerowalności kruszyw i starej betoniarki. A dziś?Urządzenie do badania zużycia powierzchni górnych warstw nawierzchni drogowych to unikalny patent (nr Pat.248486) Politechniki Białostockiej i Politechniki Gdańskiej na projektowanie dróg, które będą bezpieczne dla każdego kierowcy!

Wszystko zaczęło się 20 lat temu

– Droga, która doprowadziła nas do skonstruowania urządzenia do symulacji zużycia powierzchni górnych warstw nawierzchni rozpoczęła się ponad 20 lat temu – podkreśla dr inż. Marta Wasilewska, adiunkt w Katedrze Geotechniki, Dróg i Geodezji na Wydziale Budownictwa i Nauk o Środowisku Politechniki Białostockiej. – Zaczęła się ona od badań odporności na polerowanie kruszyw grubych, które są stosowane do warstw ścieralnych i mają wpływ na właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych. Ale zrozumieliśmy, że nie można ograniczać się jedynie do kontroli kruszywa. Na etapie projektowania górnej warstwy, te działania są niewystarczające, aby oszacować właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni w rzeczywistych warunkach ruchu. Dlatego skonstruowaliśmy urządzenie, które pozwalało na ocenę wpływu kruszyw o określonej polerowalności na właściwości przeciwpoślizgowe warstwy z mieszanki mineralno-asfaltowej. Wykorzystaliśmy elementy starej betoniarki, opon zakupionych na szrocie. Po próbkach toczyły się trzy opony, a na ich powierzchnie była dozowana woda oraz ścierniwo. Stopień ich zużycia był określany na podstawie pomiaru tarcia wahadłem angielskim.

Ten prototyp chociaż wyglądał bardzo prymitywnie, dawał obiecujące rezultaty podczas porównania wyników współczynników tarcia otrzymanych w rzeczywistych warunkach ruchu i w laboratorium.

– Drogowcy mają ogromny wkład w przyczepność, czyli wygenerowanie siły tarcia, która zachodzi na styku opony i nawierzchni – przypomina dr Wasilewska. – Musimy tak zaprojektować górną warstwę nawierzchnię, żeby przy zachowaniu dopuszczalnej prędkości minimalizować ryzyko powstania zjawiska aquaplaningu. W 2012 roku pozyskaliśmy stacjonarny zestaw urządzeń CTM do oceny makrotekstury i DFT do właściwości przeciwpoślizgowych, dzięki którym mogliśmy prowadzić badania na nawierzchniach w warunkach laboratoryjnych i rzeczywistych na drogach. A w 2015 roku zakupiliśmy urządzenie Wehner/Schulze, które służy do laboratoryjnej oceny właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni i również pozwala symulować zjawisko polerowania się powierzchni. Zakupiliśmy również mikroskop optyczny do obserwacji zmian na powierzchniach próbek. Dysponowaliśmy bardzo dobrymi narzędziami, dzięki którym zdobyliśmy wiedzę, doświadczenie w laboratorium i w terenie. Wydawałoby się, że mamy do dyspozycji jedne z lepszych sprzętów w Europie, a jednak zbudowaliśmy nowe stanowisko do symulacji zużycia powierzchni z patentem.

Różnoraki ślad opon

Drogowcy dobrze wiedzieli, co chcą osiągnąć, żeby zamienić prototyp skonstruowany z elementów starej betoniarki na urządzenie godne patentu Rzeczypospolitej Polskiej. Aby zrealizować swój pomysł skorzystali z wiedzy inżyniera-konstruktora, a zarazem autora kilku patentów – dr. hab. inż.

Jarosława Szusty, prof. PB z Katedry Budowy i Eksploatacji Maszyn na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej.

– Zespół projektowy składający się z inżynierów z Wydziału Mechanicznego oraz z Wydziału Budownictwa i Nauki o Środowisku opracował unikatowe rozwiązanie stanowiska do badania wierzchniej warstwy stosowanej w nawierzchniach drogowych – mówi prof. Szusta. – Kompaktowa konstrukcja pozwala na płynne sterowanie siłą nacisku. To pozwala na symulację warunków zużycia nawierzchni zbliżonych do rzeczywistych warunków panujących na drodze, która zużywa się w inny sposób przy ruchu samochodów osobowych, inaczej – ciężarowych.

Inne ogumienie osobówek, a inne wielkich wywrotek wymagało od konstruktorów z Politechniki Białostockiej pomysłu na symulację ruchu tak różnych pojazdów w warunkach laboratoryjnych.

– Dzięki innowacyjnej konstrukcji kołowej płaszczyzny, która została zastosowana w konstrukcji stanowiska, jesteśmy w stanie w trakcie jednego obrotu wytworzyć szerszy ślad pojazdów – zdradza prof. Szusta. – Po prostu toczące się koła rozstawiliśmy w odpowiednim szyku pozwalającym na to, żeby ich ślad był zdecydowanie szerszy niż przy pojedynczym przejeździe.

Na zużycie nawierzchni bezpośrednio wpływa też liczba poruszających się po niej pojazdów.

– Liczbą obrotów jesteśmy w stanie symulować liczbę poruszających się pojazdów czy długość przejechanej trasy – podkreśla unikalność patentu prof. Szusta. – Należy też pamiętać o tym, że dodatkowo w trakcie skręcania koła inaczej się poruszają na tej samej drodze, bo następuje poślizg i dodatkowe zużycie nawierzchni drogowej.

Dlatego konstruktorzy mechanicy z Politechniki Białostockiej musieli zaprojektować całe opatentowane urządzenie od początku, począwszy od ramy poprzez układy kinematyczne pozwalające na wprawienie w ruch obrotowy zestawu kołowego poprzez zespół siłowników, który realizuje nacisk na kół na nawierzchnię po odpowiednie zawieszenie i amortyzację kół.

Konstruktorzy wybrali także napęd, który pozwala na płynną regulację prędkości kół roboczych, układ sterowania, układ podawania kruszywa, unikatowej konstrukcji mechanizm wysuwania szuflady do mocowania i wymiany próbki, mechanizm blokujący próbkę w trakcie badania, żeby była stabilne i pozwalała na bezpieczne badania laboratoryjne.

– Po raz pierwszy projektowaliśmy takie stanowisko – przypomina prof. Szusta. – Mamy tutaj spektrum wszystkich działań, które wykonują konstruktorzy przy projektowaniu – od pomysłu, koncepcji aż po wyrób finalny. Inżynierowie z Wydziału Mechanicznego nadzorowali też prace związane z wytworzeniem tej konstrukcji w Instytucie Innowacji i Technologii Politechniki Białostockiej. To była typowa praca inżynierska skupiona na konkretnym zadaniu.

Jak przebiega takie badanie?

– W przypadku testowania nawierzchni, które mają górną warstwę z mieszanek mineralno-asfaltowych, grube ścierniwo symuluje ścieranie, natomiast pył symuluje polerowanie – wyjaśnia dr Wasilewska. – Mamy te dwie fazy rozdzielone. Na początku przez trzy godziny następuje symulacja zjawiska ścierania. W trakcie tych trzech godzin, co godzinę monitorujemy współczynnik tarcia. Widzimy, czy współczynnik tarcia spada, czy też jest w miarę na wyrównanym poziomie, jak się on różni, jaki jest rozrzut wyników. Natomiast po trzeciej godzinie zmieniamy ścierniwo na mączkę korundową, dodajemy wodę i wtedy zachodzi polerowanie. Jednocześnie próbki są monitorowane pod mikroskopem optycznym i jesteśmy w stanie zweryfikować, jakie procesy i jakie zjawiska zachodzą na wystających ziarnach kruszyw. To co wyróżnia nasze urządzenie to fakt, że ślad na którym zaszły zmiany w teksturze testowanych nawierzchni – tak jak w śladach przejść kół na

drodze, jest na tyle szeroki i pozwala przeprowadzić ocenę tekstury za pomocą profilometrów laserowych, a właściwości przeciwpoślizgowych za pomocą wahadła angielskiego i DFT. Można też wyciąć próbki i sprawdzić ich poziom współczynnika tarcia w urządzeniu Wehner/Schulze. Zastosowanie tych urządzeń do kontroli stopnia zużycia tekstury powierzchni daje nam duże możliwości.

Opatentowane urządzenie ma bardzo duży potencjał, bo możemy je wykorzystywać nie tylko do oceny właściwości przeciwpoślizgowych.

– Nasi studenci już zrealizowali kilka prac dyplomowych wykorzystując te urządzenie – podkreśla dr Wasilewska. – Było ono wykorzystane podczas grantu Studenckiego Koła Naukowego Drogowiec, gdzie sprawdzano właściwości przeciwpoślizgowych kompozytowych nawierzchni kolorowych. Aktualnie we współpracy z firmą Strabag trwają badania dotyczące efektywnego teksturowania nawierzchni betonowych.

Skonstruowana przez inżynierów mechaników z Politechniki Białostockiej rama zainspirowała do jeszcze jednego pomysłu na wykorzystanie opatentowanego urządzenia. Mgr inż. Dominik Grzyb, doktorant profesora Władysława Gardziejczyka, Dyrektora Instytutu Inżynierii Lądowej, zauważył, że to urządzenie może być także wykorzystywane do oceny jasności nawierzchni, czyli zdolności do odbijania światła. Zdecydowanie lepiej odzwierciedla w laboratorium zużycie powierzchni z mieszanek mineralno-asfaltowych, niż zalecana w Wytycznych Technicznych WT-2 metoda szkiełkowania powierzchni przeznaczonych do oceny jasności.

– Nawiązaliśmy współpracę z profesorem Maciejem Zajkowskim z Katedry Fotoniki, Elektroniki i Techniki Świetlnej na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej żeby oceniać uśredniony współczynnik luminancji nawierzchni – cieszy się dr Wasilewska. – Ten parametr jest bardzo istotny przy projektowaniu opraw. Elektrycy projektujący oświetlenie dróg powinni wiedzieć, że są różne typy nawierzchni, różne kruszywa do nich wbudowane, mają różną teksturę, co wpływa na różnice w odbiciu i rozproszeniu światła.

Fot. Dariusz Piekut / Politechnika Białostocka

Źródło: